

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-232326

(43)Date of publication of application : 16.08.2002

(51)Int.Cl.

H04B 1/707

H01Q 3/26

H04B 7/26

(21)Application number : 2001-028215

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 05.02.2001

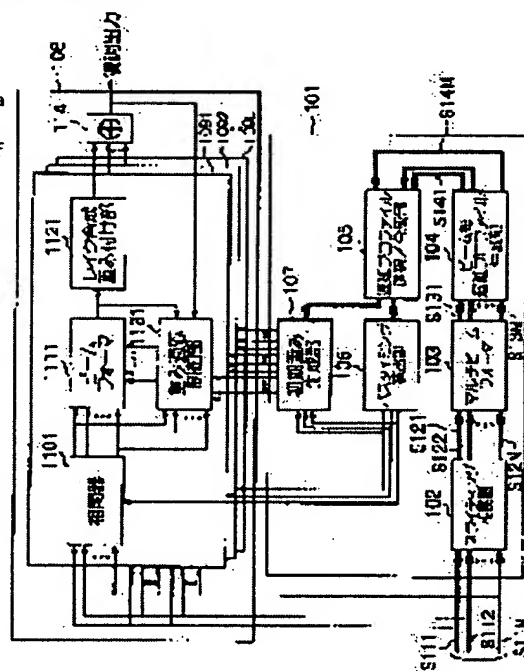
(72)Inventor : YOSHIDA NAOMASA

(54) PATH DETECTION METHOD, PATH DETECTOR AND ARRAY ANTENNA RECEIVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a path detector with which the improving effect of path detection characteristics is high and even an initial directional beam used for antenna synthesis is detected in an array antenna receiver.

SOLUTION: A sliding correlation device 102 inversely spreads the signals of a plurality of chips for respective antennas, a multi-beam former 103 generates signal sequences for respective directional beams from the inversely spread signal sequence, and a part 104 averages the signal sequences and generates delay profiles for the respective directional beams. A delay profile selection/synthesis part 105 synthesizes the delay profiles and generates a synthetic delay profile, a path timing detector 106 detects a multi-path timing from the synthetic delay profile, and an initial weight generator 107 generates the initial value of the antenna weight of the respective directional beams for path reception from level information indicating the level values of the respective delay profiles.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3551254

[Date of registration] 14.05.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-232326

(P2002-232326A)

(43)公開日 平成14年8月16日(2002.8.16)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 B 1/707

H 0 1 Q 3/26

Z 5 J 0 2 1

H 0 1 Q 3/26

H 0 4 J 13/00

D 5 K 0 2 2

H 0 4 B 7/26

H 0 4 B 7/26

C 5 K 0 6 7

審査請求 有 請求項の数21 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2001-28215(P2001-28215)

(22)出願日 平成13年2月5日(2001.2.5)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 吉田 尚正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

Fターム(参考) 5J021 AA05 DB01 EA07 FA09 FA13

FA18 HA10 JA10

5K022 EE02 EE32

5K067 AA03 BB02 CC10 EE02 EE10

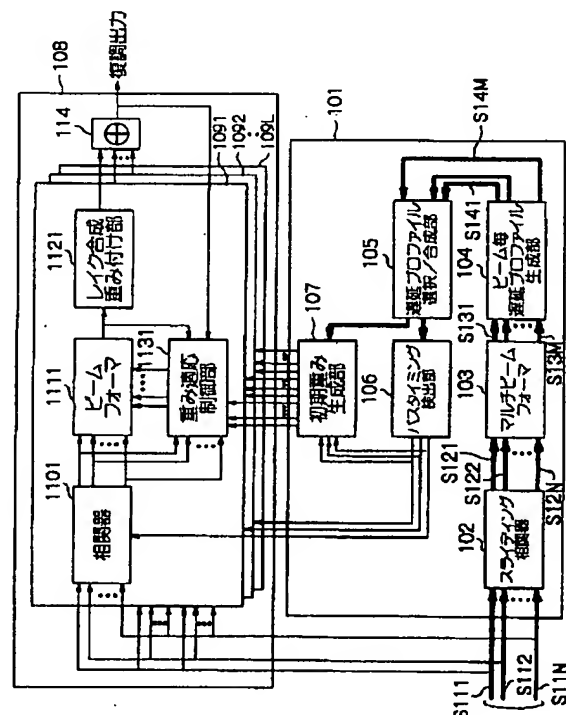
HH21 KK03

(54)【発明の名称】 パス検出方法、パス検出装置及びアレーアンテナ受信装置

(57)【要約】

【課題】 アレーアンテナ受信装置において、パス検出特性の改善効果が高く、アンテナ合成に用いる初期指向性ビームをも検出するパス検出装置を提供する。

【解決手段】 スライディング相関器102は、各アンテナ毎に複数チップの信号を逆拡散する。マルチビームフォーマ103は、逆拡散された信号系列より指向性ビーム毎の信号系列を生成する。ビーム毎遅延プロファイル生成部104は、その信号系列の平均をとり、指向性ビーム毎の遅延プロファイルを生成する。遅延プロファイル選択/合成部105は、それらの遅延プロファイルを合成して合成遅延プロファイルを生成する。パスタイミング検出部106は、合成遅延プロファイルよりマルチパスのタイミングを検出する。初期重み生成部107は、各遅延プロファイルのレベル値を示すレベル情報より、各パス受信用指向性ビームのアンテナ重みの初期値を生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、マルチパスのタイミングを検出するためのパス検出方法であって、

前記アレーアンテナの各アンテナの逆拡散信号系列を複数の指向性ビームで受信するステップと、

前記指向性ビーム毎の遅延プロファイルを生成するステップと、

前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎にレベル値の大きな少なくとも 1 つの遅延プロファイルを選択し、該レベル値を加算して合成遅延プロファイル

を生成するステップと、
前記マルチパスの前記タイミングを前記合成遅延プロファイルより検出するステップを有するパス検出方法。

【請求項 2】 前記マルチパスの前記タイミングを前記合成遅延プロファイルより検出するとともに、前記各指向性ビームの前記遅延プロファイルにおけるタイミング毎のレベル値を示すレベル情報より、各パスを受信するためのパス受信用指向性ビームの初期値を生成する、請求項 1 記載のパス検出方法。

【請求項 3】 符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、マルチパスのタイミングを検出するパス検出装置であって、

前記アレーアンテナのアンテナ毎に、複数のチップに渡り信号を逆拡散し、逆拡散信号系列を出力するスライディング相関器と、

前記アンテナ毎の前記信号系列出力を複数の指向性ビームで受信し、該指向性ビーム毎の信号系列を出力するマルチビームフォーマと、

前記指向性ビーム毎の前記信号系列の所定時間での平均をとり、前記指向性ビーム毎の遅延プロファイルを生成するビーム毎遅延プロファイル生成手段と、

前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎にレベル値の大きな少なくとも 1 つの遅延プロファイルを選択し、該レベル値を加算して合成遅延プロファイルを生成する遅延プロファイル選択／合成手段と、

前記マルチパスの前記タイミングを前記合成遅延プロファイルより検出するパスタイミング検出手段を有するパス検出装置。

【請求項 4】 前記各指向性ビームの前記遅延プロファイルにおけるタイミング毎のレベル値を示すレベル情報より、各パスを受信するためのパス受信用指向性ビームを形成するアンテナ重みの初期値を生成する初期重み生成手段を更に有する、請求項 3 記載のパス検出装置。

【請求項 5】 前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎に最もレベル値の大きな遅延プロファイルを選択し、該レベル値を前記合成遅延プロファイルのレベル値とする、請求項 3 または 4 記載のパス検出装置。

【請求項 6】 前記遅延プロファイル選択／合成手段

は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎に最もレベル値の大きい遅延プロファイル及び 2 番目にレベル値の大きい遅延プロファイルを選択し、それらレベル値を加算して合成遅延プロファイルを生成する、請求項 3 または 4 記載のパス検出装置。

【請求項 7】 前記遅延プロファイル選択／合成手段

は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、最もレベル値の大きい遅延プロファイルと 2 番目にレベル値の大きい遅延プロファイルとが互いに隣接する指向性ビームのものである場合に、最も大きい前記レベル値に 2 番目に大きい前記レベル値を加算し、前記合成遅延プロファイルを生成する、請求項 3 または 4 記載のパス検出装置。

【請求項 8】 前記遅延プロファイル選択／合成手段

は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、最もレベル値の大きいものから自然数 N 個の遅延プロファイルの前記レベル値を順次加算して前記合成遅延プロファイルを生成する、請求項 3 または 4 記載のパス検出装置。

【請求項 9】 前記遅延プロファイル選択／合成手段

は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、最もレベル値の大きい遅延プロファイルの前記レベル値から所定の範囲内で、最もレベル値の大きいものから自然数 N 個の遅延プロファイルの前記レベル値を順次加算して前記合成遅延プロファイルを生成する、請求項 3 または 4 記載のパス検出装置。

【請求項 10】 前記遅延プロファイル選択／合成手段

は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、レベル値が前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルの平均雑音レベルより所定レベル以上大きく、最もレベル値の大きいものから自然数 N 個の遅延プロファイルの前記レベル値を順次加算して前記合成遅延プロファイルを生成する、請求項 3 または 4 記載のパス検出装置。

【請求項 11】 前記初期重み生成手段は、前記レベル

情報から最もレベル値の大きな指向性ビームの重みを初期重みとする、請求項 4 記載のパス検出装置。

【請求項 12】 前記初期重み生成手段は、前記レベル

情報から最もレベル値の大きな指向性ビームの前記レベル値と、該指向性ビームに隣接する指向性ビームで次にレベル値の大きな指向性ビームの前記レベル値との比により、最もレベル値の大きな前記指向性ビームを形成するための重み、或は該指向性ビームと隣接する前記指向性ビームとの中間の指向性ビームを形成するための重みを初期重みとする、請求項 4 記載のパス検出装置。

【請求項 13】 符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、マルチパスの信号をレイク合成するアレーアンテナ受信装置であって、

前記アレーアンテナのアンテナ毎に、複数のチップに渡

り信号を逆拡散し、逆拡散信号系列を出力するスライディング相関器と、

前記アンテナ毎の前記信号系列出力を複数の指向性ビームで受信し、該指向性ビーム毎の信号系列を出力するマルチビームフォーマと、

前記指向性ビーム毎の前記信号系列の所定時間での平均をとり、前記指向性ビーム毎の遅延プロファイルを生成するビーム毎遅延プロファイル生成手段と、

前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎にレベル値の大きな少なくとも 1 つの遅延プロファイルを選択し、該レベル値を加算して合成遅延プロファイルを生成する遅延プロファイル選択／合成手段と、

前記マルチパスの前記タイミングを前記合成遅延プロファイルより検出するパスタイミング検出手段と、

前記各指向性ビームの前記遅延プロファイルにおけるタイミング毎のレベル値を示すレベル情報より、各パスを受信するためのパス受信用指向性ビームを形成するアンテナ重みの初期値を生成する初期重み生成手段と、

前記マルチパスの前記タイミングに対応し、前記アレーアンテナで受信した各拡散信号を該タイミングで逆拡散する、少なくとも 1 つの相関器と、

前記相関器に対応して設けられ、与えられたアンテナ重み付けでパス受信用指向性ビームを形成し、対応する前記相関器より出力された信号を該パス受信用指向性ビームで受信するビームフォーマと、

前記ビームフォーマに対応して設けられ、初期動作時に前記アンテナ重みを前記初期値とし、その後、前記相関器で逆拡散された信号及び前記ビームフォーマの判定誤差を用いて前記アンテナ重みを適応的に更新し、前記ビームフォーマに与える重み適応制御手段と、

前記ビームフォーマに対応して設けられ、キャリア位相変動を補償するとともにレイク合成後の SINR が最大となるように、対応する前記ビームフォーマの出力に重み付けを行うレイク合成重み付け手段と、

各前記レイク合成重み付け手段の出力を加算して復調出力を生成する合成器とを有するアレーアンテナ受信装置。

【請求項 14】 前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎に最もレベル値の大きな遅延プロファイルを選択し、該レベル値を前記合成遅延プロファイルのレベル値とする、請求項 13 記載のアレーアンテナ受信装置。

【請求項 15】 前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎に最もレベル値の大きな遅延プロファイル及び 2 番目にレベル値の大きな遅延プロファイルを選択し、それらレベル値を加算して合成遅延プロファイルを生成する、請求項 13 記載のアレーアンテナ受信装置。

【請求項 16】 前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、最もレベル値の大きな遅延プロファイルと 2 番目にレベル値の大きな遅延プロファイルとが互いに隣接する指向性ビームのものである場合に、最も大きい前記レベル値に 2 番目に大きい前記レベル値を加算し、前記合成遅延プロファイルを生成する、請求項 13 記載のアレーアンテナ受信装置。

【請求項 17】 前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、最もレベル値の大きいものから自然数 N 個の遅延プロファイルの前記レベル値を順次加算して前記合成遅延プロファイルを生成する、請求項 13 記載のアレーアンテナ受信装置。

【請求項 18】 前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、最もレベル値の大きな遅延プロファイルの前記レベル値から所定の範囲内で、最もレベル値の大きいものから自然数 N 個の遅延プロファイルの前記レベル値を順次加算して前記合成遅延プロファイルを生成する、請求項 13 記載のアレーアンテナ受信装置。

【請求項 19】 前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、レベル値が前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルの平均雑音レベルより所定レベル以上大きく、最もレベル値の大きいものから自然数 N 個の遅延プロファイルの前記レベル値を順次加算して前記合成遅延プロファイルを生成する、請求項 13 記載のアレーアンテナ受信装置。

【請求項 20】 前記初期重み生成手段は、前記レベル情報から最もレベル値の大きな指向性ビームの重みを初期重みとする、請求項 13 記載のアレーアンテナ受信装置。

【請求項 21】 前記初期重み生成手段は、前記レベル情報から最もレベル値の大きな指向性ビームの前記レベル値と、該指向性ビームに隣接する指向性ビームで次にレベル値の大きな指向性ビームの前記レベル値との比により、最もレベル値の大きな前記指向性ビームを形成するための重み、或は該指向性ビームと隣接する前記指向性ビームとの中間の指向性ビームを形成するための重みを初期重みとする、請求項 13 記載のアレーアンテナ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、アレーアンテナシステムのパス検出装置に関し、特に、符号分割多重アクセス (CDMA) 信号をアレーアンテナシステムで受信し、マルチパスの各タイミングを検出するとともに各パスの初期アンテナビームを形成するパス検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】符号分割多重アクセス (CDMA) 方式では、従来方式に比べて周波数帯域に対する加入者容量が増大すると言われており、次世代移動通信システムの無線アクセス方式として期待されている。

【0003】CDMA移動通信システムにおいて、同一周波数に複数のユーザ信号が混在するため、基地局の受信装置では、希望するユーザ信号に対して他のユーザ信号は干渉波となる。この干渉の影響を低減する手段として適応アレーアンテナがある。適応アレーアンテナは、複数のアンテナで信号を受信し、各アンテナで受信した信号に複素数の重み付け（以下、アンテナ重みと称す）を行って合成（以下、アンテナ合成と称す）するものである。各アンテナでの受信信号の振幅及び位相を制御することで、希望のユーザ信号に適した指向性ビームを形成し、他のユーザ信号による干渉を抑圧する。

【0004】また、CDMA移動通信システムにおいて、基地局の受信装置は、マルチパス伝搬路によって生じる、到達するタイミング（以下、パスタイミングと称す）の異なる複数のパスの信号を検出し、各信号をレイク合成してユーザ信号を復調する。レイク合成においても、各パスに重み付け（以下、レイク重みと称する）が行われる。

【0005】基地局の受信装置におけるパス検出装置は、各パスのパスタイミングを検出し、受信復調部へ各パスタイミングを通知する。受信復調部は、パス検出装置より通知された各パスタイミングで、複数のアンテナでの受信信号を逆拡散する。また、受信復調部は、それぞれ指向性ビームにより各アンテナでの受信信号をアンテナ合成する。更に、受信復調部は、各パスの信号をレイク合成してユーザ信号の復調結果を得る。

【0006】適応アレーアンテナのような複数のアンテナを有する受信システムでは、1つのアンテナ当たりのSINR（信号対干渉電力比）がアンテナの数に比例して低くなる。したがって、1つのアンテナのみを用いてパス検出を行うと、パス検出の精度が低くなる。

【0007】そこで、従来より、複数のアンテナの受信信号を用いるパス検出装置が提案されている。例えば、複数のアンテナを用いる従来のパス検出装置には、アンテナ毎に遅延プロファイルを生成し、それらを合成することで遅延プロファイルの平滑化を行い特性改善を図るものがある。

【0008】図8は、従来の受信装置の一構成例を示す。

【0009】従来の受信装置は、パス検出装置801及び受信復調部806を有する。

【0010】パス検出装置801は、CDMA信号をアレーアンテナ（不図示）で受信し、パス検出を行う。ここで、アレーアンテナはM個のアンテナより構成されるものとする。

【0011】パス検出装置801は、スライディング相関器802、アンテナ毎遅延プロファイル生成部803、遅延プロファイル合成部804、パスタイミング検出部805を有する。

【0012】スライディング相関器802は、各アンテナで受信した拡散信号 S_{811} , S_{812} , ..., S_{81M} を複数のチップに渡り、チップ周期の $1/N_R$ (N_R は、1以上の整数)の分解能でそれぞれ逆拡散し、それらを逆拡散信号系列として出力する。

【0013】アンテナ毎遅延プロファイル生成部803は、スライディング相関器802より出力された逆拡散信号系列について同相でベクトル平均をとり、その振幅レベル或いは電力レベルを計算する。更に、アンテナ毎遅延プロファイル生成部803は、逆拡散信号系列のベクトル平均の振幅レベル或いは電力レベルについて所定時間の平均をとる。それにより、アンテナ毎遅延プロファイル生成部803は、所定時間で平均化された、各アンテナに対応する遅延プロファイルを生成する。

【0014】遅延プロファイル合成部804は、各アンテナに対応する遅延プロファイルを合成して1つの遅延プロファイル（以下、合成遅延プロファイルと称す）を生成する。

【0015】パスタイミング検出部805は、合成遅延プロファイルにより、受信復調部でレイク合成に用いるL個のパスタイミングを選択する。パスタイミング検出部805におけるパスタイミングの選択方法として、合成遅延プロファイルから振幅レベル或いは電力レベルの大きなパスを順次選択するものがある。但し、0.75～1チップのパス選択間隔をとるのが一般的である。すなわち、先に選択されたパスの前後0.75～1チップにあるパスは選択されない。

【0016】受信復調部806は、L個のパス受信部8071, 8072, ..., 807L及び合成器812を有し、パス検出部801で検出したパスタイミングで各パスの信号を復調し、レイク合成してユーザ信号を出力する。

【0017】パス受信部8071は、相関器8081、ビームフォーマ8091、レイク合成重み付け部8101、重み適応制御部8111を有する。

【0018】同様に、パス受信部8072, ..., 807Lは、それぞれに対応する相関器8082, ..., 808L、ビームフォーマ8092, ..., 809L、レイク合成重み付け部8102, ..., 810L、重み適応制御部8112, ..., 811Lを有する。パス受信部8071, 8072, ..., 807Lは全て同様の構成であり、それぞれが対応する各パスタイミングで拡散信号 S_{811} , S_{812} , ..., S_{81M} を受信する。

【0019】以下、パス受信部8071に着目して説明する。

【0020】相関器8081は、パスタイミング検出部

805で検出されたパスタイミングで、各アンテナで受信した拡散信号S811, S812, ..., S81Mを逆拡散する。

【0021】ビームフォーマ8091は、相関器8081の各出力を受信し、各ユーザに適応した指向性ビームを形成するための、与えられた重み付け（アンテナ重み）でアンテナ合成を行い、パス信号S821を出力する。

【0022】レイク合成重み付け部8101は、パス信号S821に、キャリア位相変動を補償するとともに合成後のSINRが最大となるように重み付け（レイク重み）を行い、重み付けパス信号S831を出力する。

【0023】重み適応制御部8111は、相関器の出力やパス信号S821の判定誤差を用いてアンテナ重みを適応的に更新する。重み適応制御部8111の制御動作として、例えば、最小二乗平均誤差（MMSE）制御などが用いられる。MMSEについては、特願2000-256549号に詳しく述べられている。

【0024】合成器812は、レイク合成重み付け部8101, 8102, ..., 810Lがそれぞれ出力する重み付けパス信号S831, S832, ..., S83Lを加算することでレイク合成された高品質な復調出力を生成する。

【0025】

【発明が解決しようとする課題】従来のパス検出装置801は、各アンテナの遅延プロファイルレベル（振幅あるいは電力）合成することで遅延プロファイルを平滑化して、パスのピークと雑音との識別を確実にすることでパス検出特性を改善する。しかし、パス検出装置801は、各遅延プロファイルのSINR（パスのピークと雑音レベルとの差）を直接に改善するのではないため、そのパス検出特性の改善には限界がある。

【0026】また、従来のパス検出装置801は、各パスのタイミングを検出することはできるが、受信復調部806のビームフォーマ809でのアンテナ合成に用いる初期指向性ビームを知ることはできないため、ビームフォーマ809は、例えば、予め定められた初期指向性ビームを用いることになる。好ましい初期指向性ビームを知ることができれば、初期の時点より良好なアンテナ合成の効果を得ることができる。

【0027】本発明の目的は、アレーアンテナ受信装置において、パス検出特性の改善効果が高く、アンテナ合成に用いる初期指向性ビームをも検出するパス検出装置を提供することである。

【0028】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のパス検出方法は、符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、マルチパスのタイミングを検出するためのパス検出方法であって、前記アレーアンテナの各アンテナの逆拡散信号系列を複数の指向性ビ

ームで受信するステップと、前記指向性ビーム毎の遅延プロファイルを生成するステップと、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎にレベル値の大きな少なくとも1つの遅延プロファイルを選択し、該レベル値を加算して合成遅延プロファイルを生成するステップと、前記マルチパスの前記タイミングを前記合成遅延プロファイルより検出するステップを有する。

【0029】本発明によれば、各アンテナの逆拡散信号系列を複数の指向性ビームで受信し、指向性ビーム毎の遅延プロファイルより選択的にレベル値を加算した合成遅延プロファイルよりマルチパスの各タイミングを検出する。

【0030】本発明の実施態様によれば、前記マルチパスの前記タイミングを前記合成遅延プロファイルより検出するとともに、前記各指向性ビームの前記遅延プロファイルにおけるタイミング毎のレベル値を示すレベル情報より、各パスを受信するためのパス受信用指向性ビームの初期値を生成する。

【0031】したがって、マルチパスの各パスのタイミングを検出するときに検出した各タイミングでの各遅延プロファイルのレベル値を示すレベル情報を利用して、各パス受信用の指向性ビームの初期重みを生成できる。

【0032】本発明のパス検出装置は、符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、マルチパスのタイミングを検出するパス検出装置であって、前記アレーアンテナのアンテナ毎に、複数のチップに渡り信号を逆拡散し、逆拡散信号系列を出力するスライディング相関器と、前記アンテナ毎の前記信号系列出力を複数の指向性ビームで受信し、該指向性ビーム毎の信号系列を出力するマルチビームフォーマと、前記指向性ビーム毎の前記信号系列の所定時間での平均をとり、前記指向性ビーム毎の遅延プロファイルを生成するビーム毎遅延プロファイル生成手段と、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎にレベル値の大きな少なくとも1つの遅延プロファイルを選択し、該レベル値を加算して合成遅延プロファイルを生成する遅延プロファイル選択／合成手段と、前記マルチパスの前記タイミングを前記合成遅延プロファイルより検出するパスタイミング検出手段を有する。

【0033】本発明の実施態様によれば、前記各指向性ビームの前記遅延プロファイルにおけるタイミング毎のレベル値を示すレベル情報より、各パスを受信するためのパス受信用指向性ビームを形成するアンテナ重みの初期値を生成する初期重み生成手段を更に有する。

【0034】本発明の受信装置は、符号分割多重アクセス信号をアレーアンテナで受信し、マルチパスの信号をレイク合成する受信装置であって、前記アレーアンテナのアンテナ毎に、複数のチップに渡り信号を逆拡散し、逆拡散信号系列を出力するスライディング相関器と、前

記アンテナ毎の前記信号系列出力を複数の指向性ビームで受信し、該指向性ビーム毎の信号系列を出力するマルチビームフォーマと、前記指向性ビーム毎の前記信号系列の所定時間での平均をとり、前記指向性ビーム毎の遅延プロファイルを生成するビーム毎遅延プロファイル生成手段と、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎にレベル値の大きな少なくとも1つの遅延プロファイルを選択し、該レベル値を加算して合成遅延プロファイルを生成する遅延プロファイル選択／合成手段と、前記マルチパスの前記タイミングを前記合成遅延プロファイルより検出するバスタイミング検出手段と、前記各指向性ビームの前記遅延プロファイルにおけるタイミング毎のレベル値を示すレベル情報より、各パスを受信するためのパス受信用指向性ビームを形成するアンテナ重みの初期値を生成する初期重み生成手段と、前記マルチパスの前記タイミングに対応し、前記アレーアンテナで受信した各拡散信号を該タイミングで逆拡散する、少なくとも1つの相関器と、前記相関器に対応して設けられ、与えられたアンテナ重み付けでパス受信用指向性ビームを形成し、対応する前記相関器より出力された信号を該パス受信用指向性ビームで受信するビームフォーマと、前記ビームフォーマに対応して設けられ、初期動作時に前記アンテナ重みを前記初期値とし、その後、前記相関器で逆拡散された信号及び前記ビームフォーマの判定誤差を用いて前記アンテナ重みを適応的に更新し、前記ビームフォーマに与える重み適応制御手段と、前記ビームフォーマに対応して設けられ、キャリア位相変動を補償するとともにレイク合成後のSINRが最大となるように、対応する前記ビームフォーマの出力に重み付けを行うレイク合成重み付け手段と、各前記レイク合成重み付け手段の出力を加算して復調出力を生成する合成器とを有する。

【0035】本発明の実施態様によれば、前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎に最もレベル値の大きな遅延プロファイルを選択し、該レベル値を前記合成遅延プロファイルのレベル値とする。

【0036】本発明の実施態様によれば、前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルより、タイミング毎に最もレベル値の大きい遅延プロファイル及び2番目にレベル値の大きい遅延プロファイルを選択し、それらレベル値を加算して合成遅延プロファイルを生成する。

【0037】本発明の実施態様によれば、前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、最もレベル値の大きい遅延プロファイルと2番目にレベル値の大きい遅延プロファイルとが互いに隣接する指向性ビームのものである場合に、最も大きい前記レベル値に2番目に大きい前記レベル値を加算し、前記合成遅延プロファイルを生

成する。

【0038】本発明の実施態様によれば、前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、最もレベル値の大きいものから自然数N個の遅延プロファイルの前記レベル値を順次加算して前記合成遅延プロファイルを生成する。

【0039】本発明の実施態様によれば、前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、最もレベル値の大きい遅延プロファイルの前記レベル値から所定の範囲内で、最もレベル値の大きいものから自然数N個の遅延プロファイルの前記レベル値を順次加算して前記合成遅延プロファイルを生成する。

【0040】本発明の実施態様によれば、前記遅延プロファイル選択／合成手段は、前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルのタイミング毎に、レベル値が前記指向性ビーム毎の前記遅延プロファイルの平均雑音レベルより所定レベル以上大きく、最もレベル値の大きいものから自然数N個の遅延プロファイルの前記レベル値を順次加算して前記合成遅延プロファイルを生成する。

【0041】本発明の実施態様によれば、前記初期重み生成手段は、前記レベル情報から最もレベル値の大きな指向性ビームの重みを初期重みとする。

【0042】本発明の実施態様によれば、前記初期重み生成手段は、前記レベル情報から最もレベル値の大きな指向性ビームの前記レベル値と、該指向性ビームに隣接する指向性ビームで次にレベル値の大きな指向性ビームの前記レベル値との比により、最もレベル値の大きな前記指向性ビームを形成するための重み、或は該指向性ビームと隣接する前記指向性ビームとの中間の指向性ビームを形成するための重みを初期重みとする。

【0043】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0044】図1を参照すると、本発明の一実施形態のアレーアンテナ受信装置は、パス検出装置101及び受信復調部108を有する。ここで、アレーアンテナ（不図示）は、N個のアンテナより構成されるものとする。

【0045】パス検出装置101は、アレーアンテナで受信した符号分割多重アクセス（CDMA）信号より、レイク合成に適したパスを検出するために、スライディング相関器102、マルチビームフォーマ103、ビーム毎遅延プロファイル生成部104、遅延プロファイル選択／合成部105、バスタイミング検出部106及び初期重み生成部107を有する。

【0046】受信復調部108は、L個のパス受信部1091、1092、…、109L及び合成器114を有する。受信復調部108は、パス検出装置101で検出されたバスタイミングで各パスの信号を復調し、レイク

合成して復調出力を生成する。このレイク合成では最大 L 個のパスの信号が合成される。パス受信部 1091 は、相関器 1101、ビームフォーマ 1111、レイク合成重み付け部 1121、重み適応制御部 1131 を有する。同様にして、パス受信部 1092, ..., 109L は、それぞれに対応する相関器 1102, ..., 110L、ビームフォーマ 1112, ..., 111L、レイク合成重み付け部 1122, ..., 112L、重み適応制御部 1132, ..., 113L を有する。パス受信部 1091, 1092, ..., 109L は全て同様の構成であり、それぞれが対応する各パスタイミングで拡散信号 $S111$, $S112$, ..., $S11N$ を受信する。

【0047】スライディング相関器 102 は、各アンテナで受信した拡散信号 $S111$, $S112$, ..., $S11N$ を複数のチップに渡り、チップ周期の $1/N_R$ (N_R は 1 以上の整数) の分解能でそれぞれ逆拡散し、それらを逆拡散信号系列 $S121$, $S122$, ..., $S12N$ として出力する。

【0048】マルチビームフォーマ 103 は、スライディング相関器 102 より出力された逆拡散信号系列 $S121$, $S122$, ..., $S12N$ を M 個の指向性ビーム (以下、マルチ指向性ビームと称す) で受信し、指向性ビーム毎の信号系列 $S131$, $S132$, ..., $S13M$ を出力する。

【0049】図 2 を参照すると、マルチビームフォーマ 103 は、乗算器 2111, 2112, ..., 211N、乗算器 2121, 2122, ..., 212N、..., 乗算器 21M1, 21M2, ..., 21MN 及び合成器 221, 222, ..., 22M を有している。

【0050】乗算器 2111, 2122, ..., 212N は、信号系列 $S121$, $S122$, ..., $S12N$ にそれぞれ重み付けする。合成器 211 は、乗算器 2111, 2122, ..., 212N の出力を合成して信号系列 $S131$ を出力する。

【0051】同様にして、乗算器 2122 は、信号系列 $S122$ に重み付けする。合成器 222 は、乗算器 2121, 2122, ..., 212N の出力を合成して信号系列 $S132$ を生成する。更に、以下同様に、乗算器 21M1, 21M2, ..., 21MN 及び合成器 22M まで構成される。なお、マルチビームフォーマ 103 は IC 化することができ、その場合、ソフトウェア演算量は従来のもと同程度となる。

【0052】乗算器 2111, 2112, ..., 211N、乗算器 2121, 2122, ..., 212N、... 乗算器 21M1, 21M2, ..., 21MN にそれぞれ与えられる重みは、マルチビームフォーマ 103 の M 個の指向性ビームを形成するための所定の値である。

【0053】図 6 は、指向性ビーム数 $M=6$ 、アンテナ数 $N=6$ の場合のマルチビームフォーマ 103 のマルチ指向性ビームの一例を示すグラフであり、6 個のアン

テナを直線配置したアレーアンテナにおいて、6 個の指向性ビームを構成した直交マルチビームパターンが示されている。

【0054】図 7 は、指向性ビーム数 $M=12$ 、アンテナ数 $N=6$ の場合のマルチビームフォーマ 103 のマルチ指向性ビームの一例を示すグラフであり、6 個のアンテナを直線配置したアレーアンテナにおいて、12 個の指向性ビームを構成した直交マルチビームパターンが示されている。

【0055】ビーム毎遅延プロファイル生成部 104 は、マルチビームフォーマ 103 より入力した信号系列 $S131$, $S132$, ..., $S13M$ の一定周期でのそれぞれの平均をとり、ビーム毎の遅延プロファイル $S141$, $S142$, ..., $S14M$ を生成する。

【0056】図 3 は、ビーム毎遅延プロファイル生成部 104 の構成を示すブロック図である。ビーム毎遅延プロファイル生成部 104 は、ビーム毎同相平均部 301、ビーム毎レベル検出部 302 及びビーム毎レベル平均部 303 を有する。

【0057】ビーム毎同相平均部 301 は、マルチビームフォーマ 103 より入力した信号系列 $S131$, $S132$, ..., $S13M$ の所定数のシンボルについて同相でベクトル平均をとる。ビーム毎レベル検出部 302 は、ビーム毎同相平均部 301 の各出力のレベル (振幅あるいは電力) を計算する。ビーム毎レベル平均部 303 は、ビーム毎レベル検出部 302 の各出力の所定の時間の平均をそれぞれとり、遅延プロファイル $S141$, $S142$, ..., $S14M$ を生成する。

【0058】ビーム毎同相平均部 301 は、各信号系列 $S131$, $S132$, ..., $S13M$ の、逆拡散されたシンボルの位相を合わせてベクトル加算するので、 $SINR$ が大幅に改善される。

【0059】なお、シンボルが変調されている場合、その変調を除去しなければならない。その場合、パイロット信号ならば既知パイロットシンボルで変調を除去でき、同相での加算が可能である。

【0060】また、同相平均をとるシンボル数は多い程 $SINR$ が改善されるが、フェージングなどにより位相の変動が速い場合には平均をとるシンボル数は限られる。ビーム毎同相平均部 301 での平均をとるシンボル数や平均重み付けの方法は任意であり、本装置が適用される態様に応じて最適なものを選択すればよい。

【0061】また、本実施形態のパス検出装置 101 は、ビーム毎同相平均部 301 がマルチビームフォーマ 103 の前段に置かれてもよい。この構成により演算量が削減される場合がある。この場合、ビーム毎同相平均部 301 は、ビーム毎に同相平均をとる代わりにアンテナ毎に同相平均をとる。この場合でも原理的に同様であり、本発明に含まれる。

【0062】遅延プロファイル選択/合成部 105 は、

M個の遅延プロファイル $S141, S142, \dots, S14M$ のレベルを各タイミング毎に測定し、各遅延プロファイル $S141, S142, \dots, S14M$ の中から、各タイミング毎にレベルの大きな1個以上の遅延プロファイルを選択し、それらのレベル値を加算して1個の遅延プロファイル（以下、合成遅延プロファイルと称す）を生成し、パスタiming検出部106に出力する。また、遅延プロファイル選択/合成部105は、各遅延プロファイル $S141, S142, \dots, S14M$ のレベルを各タイミング毎に測定した結果をレベル情報として初期重み生成部107に通知する。

【0063】遅延プロファイル選択/合成部105は、本発明の特徴をなす構成要素であり、その選択及び合成方法について、いくつかの手段が考えられる。そして、適する手段はマルチビームパターン形状に依存して異なる。

【0064】例えば、図7のようにマルチ指向性ビームが密に配置されている場合、信号が2つの指向性ビームの中間の方向から到来した場合でも1個の指向性ビームを選択するだけでレベルの劣化はほとんどない。したがって、遅延プロファイル選択/合成部105は、タイミング毎に、M個の遅延プロファイルの中からレベルの大きな1個の遅延プロファイルを選択し、そのレベルを合成遅延プロファイルのレベルとすればよい。

【0065】これに対して、マルチ指向性ビームの各指向性ビームが疎に配置してある場合には、信号が2つの指向性ビームの中間の方向から到来した場合、1個の指向性ビームを選択するだけではレベルの劣化が大きい。

【0066】図6の例において1個の指向性ビームを選択するだけでは、2つの指向性ビームの丁度中央から信号が到来した場合、合成遅延プロファイルに記載されるレベルは本来のレベルに対して約4 dB劣化した値となる。

【0067】そこで、例えば、遅延プロファイル選択/合成部105は、各タイミング毎に、M個の遅延プロファイルの中からレベルの大きな2個の遅延プロファイルを選択し、それらのレベル値を加算して合成遅延プロファイルを生成する。

【0068】しかし、各タイミング毎に、常に2個の遅延プロファイルを選択すると、ある指向性ビームのピーク方向から信号が到来した場合や、パスがない無いタイミングでは、雑音を加算してしまうことになる。そのため、遅延プロファイル選択/合成部105は、2個目のレベル値を加算する場合に制約条件を設けるとよい。

【0069】制約条件を設ける第1の方法として、信号が2つの指向性ビームの中間方向から到来する場合にはレベル値は隣接する指向性ビームで高くなる。したがって、2個目のレベル値の指向性ビームが1個目の指向性ビームに隣接する場合に、2個目のレベル値を加算するという方法が考えられる。

【0070】第2の方法として、1個目と2個目のレベル値の差が所定値以下の場合に、2個目のレベル値を加算する方法がある。

【0071】第3の方法として、1個目のレベル値がM個の遅延プロファイルの平均雑音レベルに対して一定レベル以上大きい場合に、1個目のレベル値から一定のレベル以内である2個目のレベル値を加算する方法が考えられる。

【0072】なお、ビーム選択数を3個以上に拡張する場合も、2個目と同様の方法が適用可能であるが、前記した第2、第3の方法では合成する指向性ビームの数を余り多くとると雑音が増加するため望ましくない。

【0073】パスタiming検出部106は、合成遅延プロファイルよりレベルの大きなパスを順次選択する。但し、0.75~1チップのパス選択間隔がとられるのが一般的である。すなわち、先に選択されたパスの前後0.75~1チップにあるパスは選択されない。

【0074】初期重み生成部107は、パスタiming検出部106で検出されたパスタimingで、遅延プロファイル選択/合成部105で測定されたレベル情報より、受信復調部108の各パスのパス受信部1091, 1092, ..., 109Lで初期状態で用いる重み（以下、初期重みと称す）を生成する。

【0075】初期重み生成部107の初期重み生成方法について、いくつかの手段が考えられる。

【0076】例えば、各指向性ビームのうち最もレベルの大きな指向性ビームを形成するためにマルチビームフォーマ103で用いた重み付けをそのまま初期重みとする方法が考えられる。

【0077】他の方法として、最もレベルの大きな指向性ビームとそれに隣接する指向性ビームとのレベル値の比から判断して、それらの中間の指向性ビームを形成するための重みを用いるする方法が考えられる。

【0078】図5は、本方法の具体的な処理を示すフローチャートである。図5において、レベルが最大の指向性ビームのビーム番号を B_1 、そのレベル値を P_1 とし、 B_1 に隣接する指向性ビームのうちレベルの大きい指向性ビームのビーム番号を B_2 、そのレベル値を P_2 とする。また、 X は所定の閾値である。

【0079】まず、初期重み生成部107は、レベル番号 B_1, B_2 及びレベル値 P_1, P_2 を決定する（ステップ51）。次に、初期重み生成部107は、 $P_1/P_2 \geq X$ [dB] であるか否かを判定する（ステップ52）。

【0080】初期重み生成部107は、 $P_1/P_2 \geq X$ [dB] であれば、ビーム番号 B_1 の指向性ビームの重みを選択する（ステップ53）。また、初期重み生成部107は、 $P_1/P_2 < X$ [dB] であれば、ビーム番号 B_1 の指向性ビームとビーム番号 B_2 の指向性ビームの中間に指向性ビーム（以下、中間ビームと称す）を形成するための所定の重み付け（中間重み）を初期重みとす

る。この方法によれば、マルチビームフォーマ103の分解能より高い精度の指向性ビーム、即ち中間ビームを形成する初期重みを容易に生成できる。なお、図6の直交マルチビームパターンの場合、閾値Xは約9dBである。

【0081】パス受信部1091, 1092, ..., 109Lは全て同様の構成なので、パス受信部1101のみに着目して説明する。

【0082】相関器1101は、パスタイミング検出部106で検出された、自身に対応するパスタイミングで逆拡散信号S111, S112, ..., S11Nを逆拡散する。

【0083】重み適応制御部1131は、初期動作時、初期重み生成部107より与えられた初期重みをそのまま用い、その後、各ユーザからのマルチパスに含まれるパス受信用の指向性ビームを形成するためにアンテナ重みを適応的に制御する。重み適応制御部1131は、相関器1101の出力やパス信号S151の判定誤差を用いてアンテナ重みを適応的に更新し、ビームフォーマ1111へ通知する。重み適応制御部1131の制御動作として、例えば、最小二乗平均誤差(MMSE)制御などが用いられる。MMSEについては、特願2000-256549号に詳しく述べられている。

【0084】ビームフォーマ1111は、相関器1101の各出力を受信し、重み適応制御部1131より通知されたアンテナ重みでアンテナ合成を行い、パス信号S151を出力する。

【0085】図4は、ビームフォーマ1111の構成を示すブロック図である。

【0086】ビームフォーマ1111は、複素共役操作部4111, 4112, ..., 411N, 乗算器4211, 4212, ..., 421N及び合成器431を有する。

【0087】複素共役操作部4111, 4112, ..., 411Nは、重み適応制御部1131より入力したアンテナ重みに対して複素共役操作を行う。

【0088】乗算器4211, 4212, ..., 421Nは、相関器1101の各出力と、複素共役操作部4111, 4112, ..., 411Nより入力したアンテナ重みの複素共役とをそれぞれ乗じる。

【0089】合成器431は、乗算器4211, 4212, ..., 421Nの各出力を加算し、パス信号S151として出力する。

【0090】レイク合成重み付け部1121は、パス信号S151に対してキャリヤ位相変動を補償するとともに、合成後のSINRが最大となるようにレイク合成のための重み付けを行い、信号系列S161として出力する。

【0091】合成器12は、レイク合成重み付け部1121, 1122, ..., 112Lより出力された信号系列S161, S162, ..., S16Lを加算し、高品質な

復調出力を生成する。

【0092】次に、本実施形態の動作について説明する。

【0093】まず、パス検出装置101は、アレーアンテナで受信したCDMA信号を受信し、スライディング相関器102で、各アンテナのCDMA信号をそれぞれ逆拡散する。次に、パス検出装置101は、マルチビームフォーマ103で、マルチ指向性ビームにより指向性ビーム毎の信号系列S131, S132, ..., S13Mを生成する。次に、パス検出装置101は、ビーム毎遅延プロファイル生成部104で、指向性ビーム毎の信号系列S131, S132, ..., S13Mの一定周期でのそれぞれの平均をとり、ビーム毎の遅延プロファイルS141, S142, ..., S14Mを生成する。次に、パス検出装置101は、遅延プロファイル選択/合成部105で、遅延プロファイルS141, S142, ..., S14Mのレベルを各タイミング毎に測定し、その中から各タイミング毎にレベルの大きな1個以上のものを選択し、それらのレベル値を加算して合成遅延プロファイルを生成する。次に、パス検出装置101は、パスタイミング検出部106で、合成遅延プロファイルよりレベルの大きなパスを最大L個選択し、そのパスタイミングを受信復調部108に入力する。また、パス検出装置101は、検出されたパスタイミングで、各遅延プロファイルS141, S142, ..., S14Mのレベルを各タイミング毎に測定したレベル情報より初期重みを初期重み生成部107により生成し、受信復調部108へ入力する。

【0094】受信復調部108は、各パスタイミングで逆拡散信号S111, S112, ..., S11Nを逆拡散し、初期重みを初期値としてビームフォーマのアンテナ重みを適応的に制御して、パス受信用指向性ビームを形成し、受信した各パスの信号系列をレイク合成する。

【0095】本実施形態によれば、逆拡散信号系列毎に指向性ビームで受信することでSINRを直接に改善し、指向性ビーム毎の遅延プロファイルより生成した合成遅延プロファイルに基づきパス検出を行うことで優れたパスタイミング検出特性を実現できる。

【0096】また、本実施形態によれば、パスタイミングを検出するために求めた、各パスタイミングでの各指向性ビームのレベル情報から各パスのビームフォーマの初期重みを生成できるので、初期の段階より好ましい指向性ビームでアンテナ合成することができる。

【0097】更に、本実施形態によれば、マルチビームフォーマ103をIC化することでソフトウェア演算量を従来と同程度に抑えることができる。

【0098】

【発明の効果】本発明によれば、各アンテナの逆拡散信号系列を複数の指向性ビームで受信し、指向性ビーム毎の遅延プロファイルより選択的にレベル値を加算した合

成遅延プロファイルよりマルチパスの各タイミングを検出するので、SINRを改善し、優れたパスタイミング検出特性を実現できる。

【0099】したがって、マルチパスの各パスのタイミングを検出するときに検出した各タイミングでの各遅延プロファイルのレベル値を示すレベル情報を利用して、各パス受信用の指向性ビームの初期重みを生成できるので、初期の時点より良好なアンテナ合成の効果を得ることができる。

【0100】また、マルチビームフォーマをIC化することによってソフトウェア演算量を従来と同程度に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態のアレーアンテナ受信装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1のマルチビームフォーマの構成を示すブロック図である。

【図3】図1のビーム毎遅延プロファイル生成部の構成を示すブロック図である。

【図4】図1のビームフォーマの構成を示すブロック図である。

【図5】図1の初期重み生成部の初期重み生成方法の一例を示すフローチャートである。

【図6】指向性ビーム数 $M=6$ 、アンテナ数 $N=6$ の場合のマルチビームフォーマのマルチ指向性ビームの一例を示すグラフである。

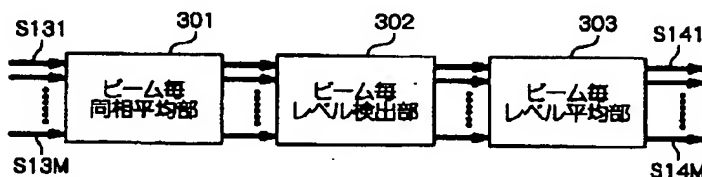
【図7】指向性ビーム数 $M=12$ 、アンテナ数 $N=6$ の場合のマルチビームフォーマ103のマルチ指向性ビームの一例を示すグラフである。

【図8】従来の受信装置の一構成例を示すブロック図である。

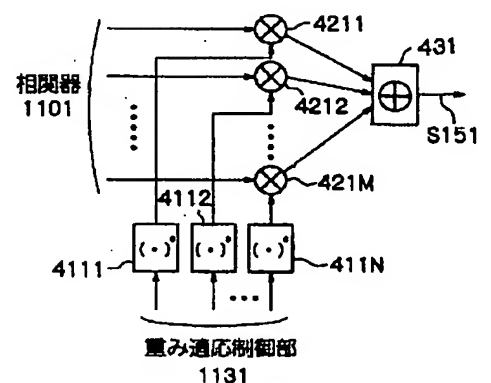
【符号の説明】

- 101 パス検出装置
- 102 スライディング相関器
- 103 マルチビームフォーマ
- 104 ビーム毎遅延プロファイル生成部
- 105 遅延プロファイル選択/合成部
- 106 パスタイミング検出部
- 107 初期重み生成部
- 108 受信復調部
- 1091, 1092, ..., 109L パス受信部
- 1101, 1102, ..., 110L 相関器
- 1111, 1112, ..., 111L ビームフォーマ
- 1121, 1122, ..., 112L レイク合成重み付け部
- 1131, 1132, ..., 113L 重み適応制御部
- 114 合成器
- 2111~211N, 2121~212N, ..., 21M1~21MN 乗算器
- 221, 222, ..., 22M 合成器
- 301 ビーム毎同相平均部
- 302 ビーム毎レベル検出部
- 303 ビーム毎レベル平均部
- 4111, 4112, ..., 411N 複素共役操作部
- 4211, 4212, ..., 421N 乗算器
- 431 合成器
- S111, S112, ..., S11N 拡散信号
- S121, S122, ..., S12N 逆拡散信号系列
- S131, S132, ..., S13M 信号系列
- S141, S142, ..., S14M 遅延プロファイル
- S151, S152, ..., S15L パス信号
- S161, S162, ..., S16L 信号系列
- 51~54 ステップ

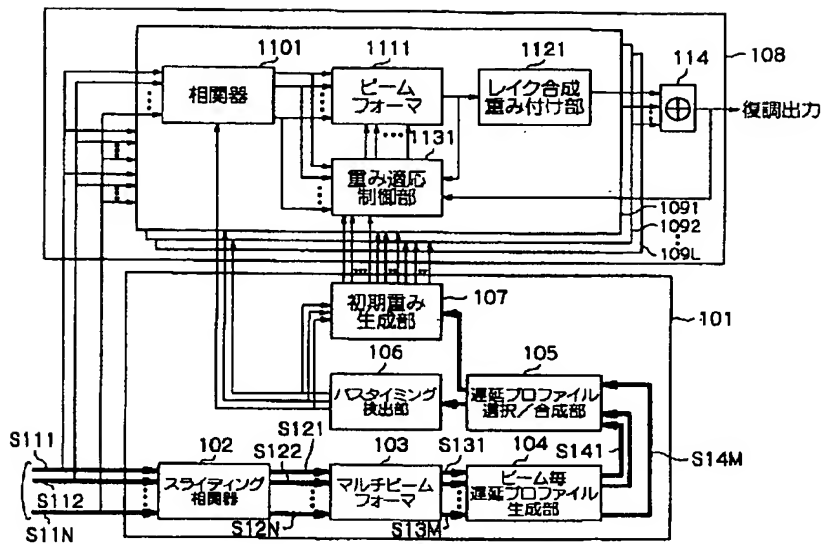
【図3】



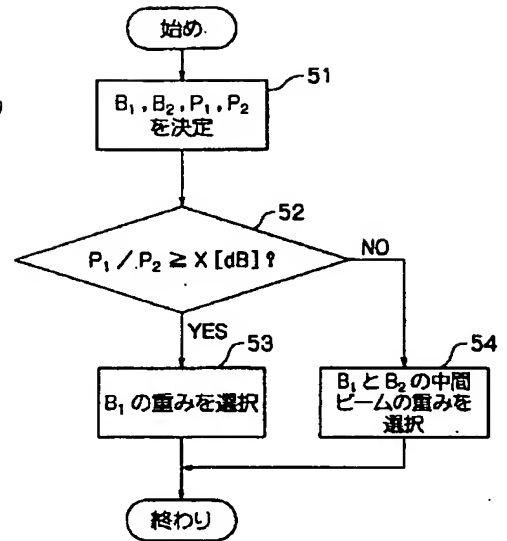
【図4】



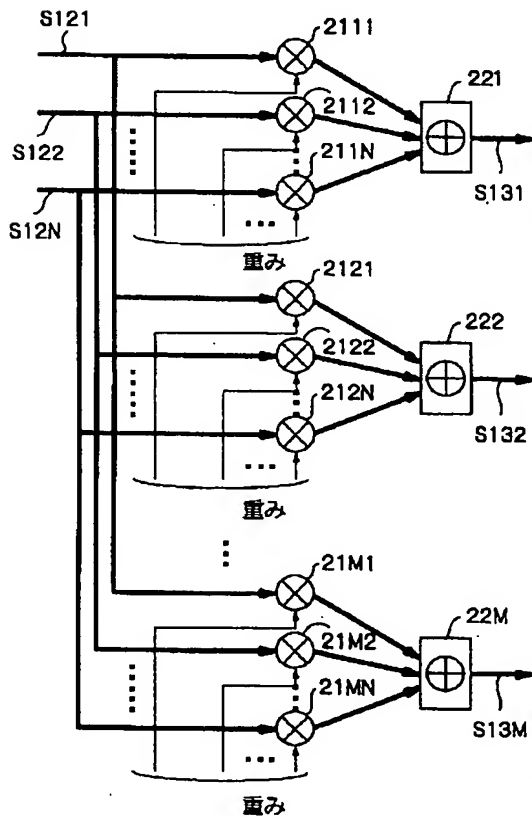
【図1】



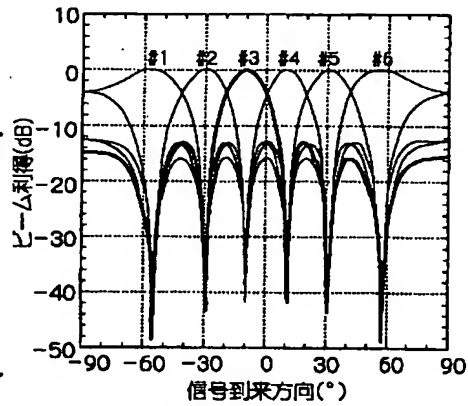
【図5】



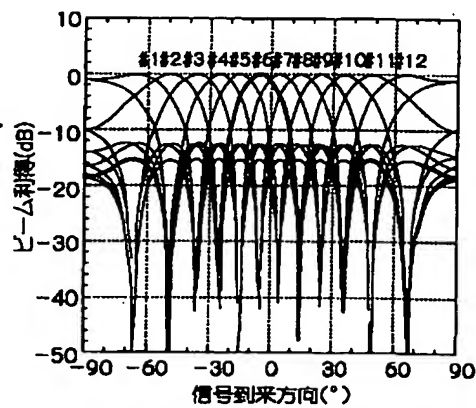
【図2】



【図6】



【図7】



【図 8】

